

République du Congo

UNITÉ DE RECHERCHE SUR LA PRODUCTIVITÉ DES PLANTATIONS INDUSTRIELLES

U. R. 2P. I.

**SYNTHÈSE DES INTRODUCTIONS DE L'EUCALYPTUS UROPHYLLA
DANS LE CADRE DES ESSAIS INTERNATIONAUX.**

Analyse de l'essai 19V de Loudima

Raphaël GOUMA

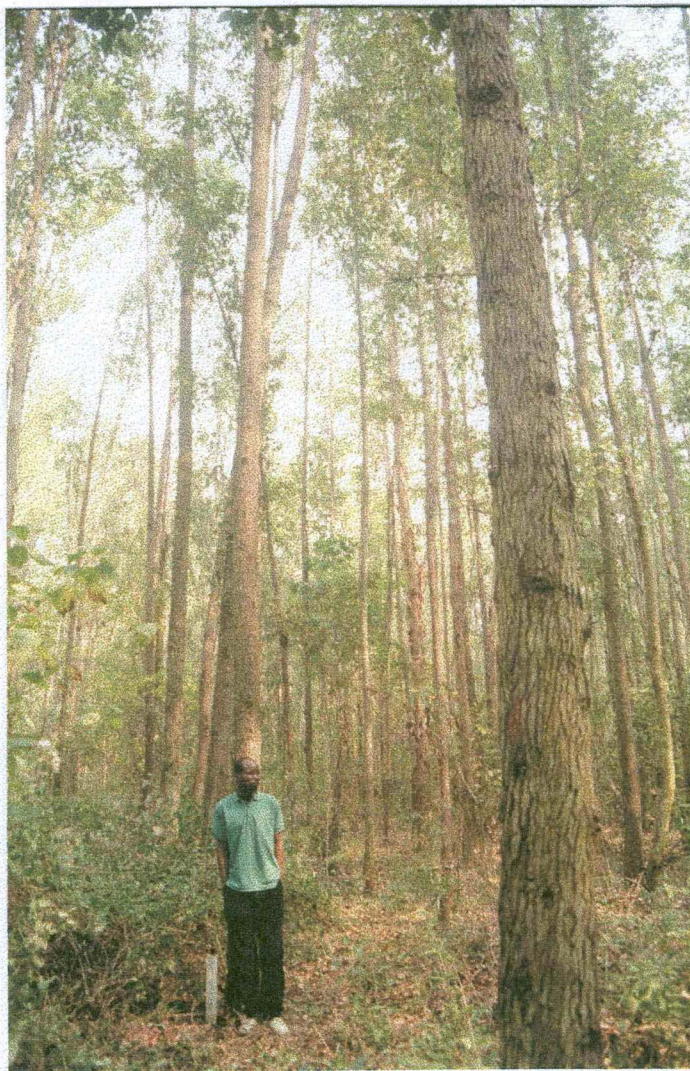
Août 1997

ECO S.A

CONGO

CIRAD

Siège Social : Pointe-Noire B.P. 1291. Association régie par la loi du 1^{er} juillet 1901. Tél. : (242) 94 31 84 ; Fax : (242) 94 47 95.



Vue d'une partie de l'essai 19V
(Provenance de l'île de Wétar)

INTRODUCTION

Au cours des années soixante-dix, des essais internationaux de provenances d'eucalyptus ont été réalisés dans le cadre d'une coopération entre institutions de recherches (Direction Générale des Forêts d'Indonésie/CTFT (CIRAD-Forêt)/ Division des Recherches Forestières du CSIRO d'Australie). La FAO avait assuré la coordination de ces travaux.

L'essai 19V implanté à Loudima dans la vallée du Niari, au Centre-Sud du Congo, fait partie de ces essais internationaux. Il concerne les provenances de l'espèce *Eucalyptus urophylla* considérée comme un bon producteur de biomasse en milieu tropical humide. Cette espèce s'est particulièrement distinguée au Congo comme parent d'hybrides inter spécifiques (*E. urophylla* x *E. grandis* et *E. urophylla* x *E. pellita*).

La FAO a contacté les pays dans lesquels ces essais ont été mis en place. Le but de cette action est d'entreprendre la synthèse de toutes ces introductions. Dans le cas du Congo, un accord a été signé avec le CNRF courant mai 1994. Cette dernière structure a entrepris la collecte des données sur le terrain, la suite est aujourd'hui assurée par l'UR2PI.

Le présent rapport est le quatrième dans cette série de rapports nationaux sur l'*E. urophylla*. Il constitue en même temps la fin des rapports synthèse pour la station de Loudima, car la suite ne concernera désormais que le site de Loandjili (Pointe-Noire).

I - DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'essai 19V a été mis en place à Loudima en novembre 1975. A l'origine, l'expérimentation fut envisagée dans un double objectif : comparer, d'une part les traitements insecticides et, d'autre part, différentes espèces d'eucalyptus dans la savane du Niari. Le dernier objectif intéresse notre étude, car parmi les espèces introduites dans cette parcelle figurent les provenances d'*E. urophylla* de la même collection que celle qui a servi à l'installation de l'essai 75.3 à 7 (Loandjili).

L'espèce *E. urophylla* occupe approximativement le 1/3 de l'essai 19V. Les descendances ont été installées à l'intérieur de 4 grandes parcelles sans répétition et sans témoin. L'écartement de plantation est de 2,5 x 2,5 m² correspondant à une densité de 1600 arbres/ha. L'unité expérimentale est constituée de 50 plants (soit 5 x 10 plants) et, on compte au total 75 de ces unités. Il n'y'a pas eu de fertilisation stater lors de la plantation et l'essai 19 V n'a jamais été éclairci depuis la plantation.

En définitive, on se retrouve dans le cas d'un dispositif fortement déséquilibré avec des effectifs inégaux. La surface totale de 19 V fait 7 ha

II - MATÉRIEL VÉGÉTAL UTILISÉ

En 1975, MARTIN et COSSALTER (COSSALTER, 1975) ont entrepris une deuxième campagne de récolte de graines dans les îles de la Sonde. Cette expédition a concerné trois îles du Nord-Est des îles de la sonde : Alor, Pantar et Wetar. L'essai 19V a donc été mis en place comparant ainsi un total de 16 provenances pour 85 descendances. Le tableau 1 ci-dessous renseigne sur ce matériel.

Tableau 1 : Matériel végétal issu des trois îles de la sonde (Alor, Pantar et Wetar). Le numéro et le nom de la provenance, le numéro de descendances et leur nombre sont représentés.

Iles	Numéros des provenances	Noms des provenances	Numéros des descendances	Nombre descendances par île
Alor	89	Mte Moena	436-441	52
	90	Boka-Afeng	442-446	
	91	Arafalaca	447-452	
	92	Woli-iemi	453-457	
	93	Sitemang	459-462	
	94	Ouare	463-467 (sauf 464)	
	95	Langkoeroe	468-472	
	96	Lamang	473-477	
	97	Lela	478-481	
	98	Kalalake	482-485	
	99	Marewa	486-489	
Pantar	101	Siroeng	494-503	22
	102	Oulouta	504-510	
	103	Garmour	511-515	
Wetar	104	Arnade	516-520	11
	106	Assantatara	526-534 (sauf : 530,531,533)	
Total	16		Total	85

Par ailleurs, pour la suite du rapport les définitions suivantes sont adoptées :

* **Descendance libre** : Ensemble d'individus issus du même arbre, elle correspond ici au numéros du semencier (Martin, 1987).

* **Provenance** : C'est le regroupement de plusieurs descendance issues d'une même zone géographique de surface limitée (en général une localité).

* **Origine** : L'origine correspond à un groupe de provenances ; elle porte un nom et, est en fait une région de l'île.

III - MÉTHODOLOGIE

L'évaluation porte sur l'adaptation, l'état sanitaire, la croissance et la production des provenances de *E. urophylla*. Pour ce faire, un certain nombre de paramètres ont été estimés à partir des données d'inventaire de 1994 soit à 19 ans après plantation. Des mesures à l'âge jeune du peuplement font défaut pour apprécier dans une certaine mesure l'évolution dans le temps de ces critères. Enfin, la hauteur n'a pas été considérée lors des mensurations.

3.1- Caractères mesurés en 1994 (à 19 ans)

Les variables considérés par rubrique sont :

a) **Caractères de croissance :**

- * C94 : Circonférence à 1.3 m en 1994 (en cm) ;
- * gm94 : Surface terrière individuelle en 1994 (en cm²) ;
- * G94 : Surface terrière à l'hectare en 1994 (en m²) ;

Où :

$$G = gm \times N \times \% \quad (\text{en m}^2) ;$$

Et :

- . gm : surface terrière individuelle ;
- . N : la densité initiale (à l'ha) ;
- . % : le taux de survie à la date des mensurations.

b) **Caractère d'adaptation :**

- * Mort94 : Pourcentage de mortalité en 1994 (en %) ;

c) **Caractères de forme :**

- * REC94 : Rectitude estimée en 1994 de valeur comprise entre 1 (meilleure rectitude) et 5 (mauvaise rectitude) ;
- * P94 : Pourcentage des individus penchés en 1994 ;
- * F94 : Pourcentage des individus fourchus en 1994 ;

d) **Caractères liés à l'état sanitaire :**

- * AT94 : Pourcentage des individus attaqués en 1994 ; il s'agit d'individus soumis à un parasite (insecte ou champignon).

- * CAS94 : Pourcentage des individus cassés en 1994 (par suite essentiellement de chablis).

e) Caractères liés à la structure de la population :

- * RAB94 : Pourcentage des dwarfs (arbres rabougris) en 1994 ;
- * HYB94 : Pourcentage des hybrides rencontrés en 1994 ;

3.2 - Les analyses de variance - comparaison des moyennes

Quelques modèles d'analyses de la variance ont été réalisés pour observer les différents effets (île, origine et provenance). Les données sont analysées essentiellement à l'aide du logiciel SAS procédure GLM, REG, PLOT (SAS,1988). Le test de Bonferroni est utilisé pour la comparaison des moyennes deux à deux ; celui-ci semble convenir le mieux dans le cas du grand déséquilibre des effectifs.

Les calculs sont conduits à partir de la moyenne de l'unité expérimentale. Les modèles retenus sont les suivants :

3.2.1- Modèle général :

Il s'agit d'un modèle hiérarchique à effets fixes :

$$Y_{ijkl} = \mu + I_i + O_{j(i)} + P_{k(i*j)} + R_{ijkl} \quad \text{Modèle [1] ;}$$

- μ est la moyenne générale ;
- Y_{ijkl} est la valeur de la descendance "l" (répétée une ou deux fois), appartenant à la provenance "k" dans l'origine "j" au sein de l'île "i" ;
- I_i : effet île, "i", effet fixe ; "i" varie de 1 à 3 ;
- $O_{j(i)}$: effet origine à l'intérieur de l'île "i", effet fixe pouvant varier de 1 à 5 selon les îles ;
- $P_{k(i*j)}$: effet provenance à l'intérieur de l'origine "j" dans l'île "i", effet fixe pouvant varier de 2 à 4 ;
- R_{ijkl} : résiduelle, variable aléatoire.

3.2.2 - Modèle effet origine au sein de chaque île

Pour chaque île, le modèle fixe, à un critère de classification suivant a été utilisé :

$$Y_{jk} = \mu + O_j + R_{jk} \quad \text{Modèle [2] ;}$$

- μ est la moyenne générale ;
- Y_{jk} est la valeur de la provenance "k" dans l'origine "j" ;
- O_j est l'effet origine, effet fixe ;
- R_{jk} : résiduelle, variable aléatoire.

3.2.3 - Modèle effet provenance pour chaque île et chaque origine

Pour chaque île et pour chaque origine, le modèle fixe testant l'effet provenance a été utilisé :

$$Y_{kl} = \mu + P_k + R_{kl}$$

Modèle [3] ;

- μ est la moyenne générale ;
- Y_{kl} : valeur de la descendance "l" dans la provenance "k" ;
- P_k : effet provenance "k", effet fixe ;
- R_{kl} : résiduelle, variable aléatoire.

3.3 - Etude de la relation : performance au Congo/Altitude de récolte

Compte-tenu de la répartition naturelle des peuplements d'*E. urophylla* dans les îles de la sonde, nous avons cherché à étudier la relation entre les caractéristiques des provenances à Pointe-Noire et l'altitude des peuplements dont elles sont issues. A partir des moyennes par provenance et par origine, nous avons effectué des calculs de régression linéaire simple (du type $Y=aX+b$) entre l'altitude et C94, G94, gm94, MORT94 et REC94.

IV - RÉSULTATS

4.1 - Valeurs moyennes des introductions :

Pour l'ensemble de l'essai, les moyennes de différentes variables ont été calculées. Ces estimations sont réalisées par la procédure proc UNIVARIATE de SAS (SAS, 1988), les résultats sont représentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Moyennes des variables C94, G94, gm94, REC94, et pourcentages moyens pour les variables : F94 et MORT94. N est l'effectif observé pour chaque variable, l'écart type et le coefficient de variation (C.V.) sont également indiqués (*).

Variable	N	Moyennes	Ecart-type	C.V.
C94 (en cm)	2313	56,61	19,81	34,99
G94 (en m ²)	2313	45,81	32,09	70,05
gm94 (en cm ²)	2313	286,39	200,5	70,01
MORT94 (en %)	3400	0,32	0,47	145,79
REC94 (notes de 1 à 5)	2313	2,83	1,50	53,25

(*) : 1°) L'écart type est la racine carrée de la variance ; cette dernière a été calculée en utilisant la formule suivante (Dagnelie, 1984) : $s^2 = 1/n \sum (x_i - \bar{x})^2$, n est le nombre d'individus total.

2°) Le coefficient de variation au niveau individuel est estimé ainsi : $\sqrt{s^2/\bar{x}}$.

Les variables F94, AT94, CAS94, HYB94 et RAB94, énoncées au §3.1 n'ont pas été rapportées puisqu'elles n'apportent pas d'information intéressante pour cette étude ; leurs valeurs moyennes étant très faibles ou nulles.

A l'âge de 19 ans et pour le même type de matériel, les performances enregistrées sont semblables à celles de Loandjili (Gouma, 1997). Néanmoins, les arbres paraissent plus droits ici.

4.2 - Analyses des différences entre îles

L'effet île est étudié à travers le modèle d'analyse de variance (modèle 1, § 3.2). Sur l'ensemble des critères d'évaluation énoncés plus haut (§ 3.1), six d'entre eux peuvent donner des résultats intéressants. Nous résumons ci-dessous (tableau 3) les résultats de cette analyse.

Tableau 3 : Probabilités associées au test de Fisher (modèle 1) pour les variables : C94, G94, gm94, REC94, P94, et MORT94. Les effets observés sont : Ile, origine dans île, et provenance dans île et origine.

source de variation	C94	G94	gm94	REC94	MORT94	P94
île	0,0599	0,0690	0,0677	0,0194	0,4214	0,0001
orig(île)	0,0187	0,0377	0,0381	0,0001	0,0001	0,9977
prov(île*orig)	0,0223	0,0286	0,0280	0,0001	0,2536	0,0001

Des différences significatives n'apparaissent que pour deux caractères REC94 et P94. Le classement des îles est présenté ci-dessous :

● *Classement des îles par rapport aux notes moyennes sur la rectitude :*

Tableau 4 : Comparaison des notes sur la rectitude (REC94) à 19 ans des îles : Alor, Pantar et Wétar. Le test statistique est de Bonferroni au seuil de 5 %, et les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

REC94 (note de 1 à 5)	Ile	Pantar	Alor	Wétar
2,44	Pantar	-		
2,81	Alor	ns	-	
3,20	Wétar	*	ns	-

● *Classement des îles par rapport aux pourcentages moyens d'arbres penchés :*

Tableau 5 : Comparaison des pourcentages d'arbres penchés (P94) à 19 ans des îles : Alor, Pantar et Wétar. Le test statistique réalisé est celui de Bonferroni au seuil de 5 %, et les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

P94 (en %)	Ile	Pantar	Alor	Wétar
0,00	Pantar	-		
0,19	Alor	ns	-	
8,95	Wétar	*	*	-

➡ Conclusion :

L'effet "île" n'est pas bien marqué au sein de ce peuplement. Il semble faiblement distinguer les îles sur les quelques critères de forme (rectitude et le fait que des arbres soient penchés ou non). Toutefois, aucune discrimination n'est possible sur la production et l'adaptation du matériel végétal introduit du fait de cet effet île.

4.3 - Analyses des différences entre origines aux seins des îles

L'effet origine est étudié de deux manières différentes ; d'abord à travers l'analyse du modèle général (modèle 1) exposé précédemment puis suivant l'analyse du modèle 2. Cette dernière procédure examine l'effet origine à l'intérieur de chaque île, les principaux résultats obtenus dans ce cas sont rassemblés dans le tableau 6 :

Tableau 6 : Analyse de l'effet origine par île (modèles 2). Probabilités associées au test de Fisher pour les variables : C94, G94, gm94, REC94, P94 et MORT94.

Ile : alor						
source de variation	C94	G94	gm94	REC94	P94	MORT94
effet origine dans l'île	0,0011	0,0018	0,0018	0,0001	0,1228	0,0001
Ile : Pantar						
effet origine dans l'île	0,7640	0,4846	0,4846	0,4469	-	0,1281

N.B. : l'île de Wétar n'est pas considérée parce qu'elle ne possède qu'une seule origine. On remarque également que : la probabilité pour le caractère P94 n'est pas estimée parce que le pourcentage d'individus penchés est nul pour l'île de Pantar tout entière.

Entre les deux îles pour lesquelles l'analyse a été possible, la différence est assez nette ; l'effet origine est bien marqué dans l'île d'Alor mais pas dans celle de Pantar. Ainsi le classement des moyennes des variables ne concernent que l'île d'Alor.

⇒ Effet origine dans l'île d'Alor :

L'île d'Alor compte un total de 5 origines. L'effet origine y est fortement signalé sauf sur un seul caractère (le pourcentage d'arbres penchés).

● Classement des circonférences moyennes :

Tableau 7 : Comparaison des circonférences moyennes à 19 ans (C94) des origines de l'île d'Alor par le test de Bonferroni au seuil de 5 %. Les origines impliquées sont les régions de : Ouest Alor, Région centrale, Monte Moena, Côte Sud et Côte Nord. Les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

C94 (en cm)	Origine	Côte Nord	Ouest Alor	Monte Moena	Côte Sud	Région centrale
61,82	Côte Nord	-				
61,17	Ouest Alor	ns	-			
55,72	Monte Moena	ns	ns	-		
54,88	Côte Sud	ns	ns	ns	-	
54,72	Région centrale	*	*	ns	ns	-

● Classement des surfaces terrières à l'hectare :

Tableau 8 : Comparaison des surfaces moyennes à l'hectare à 19 ans (G94) des origines de l'île d'Alor par le test de Bonferroni au seuil de 5 %. Les origines impliquées sont les régions de : Ouest Alor, Région centrale, Monte Moena, Côte Sud et Côte Nord. Les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

G94 (en m ²)	Origine	Ouest Alor	Côte Nord	Monte Moena	Région centrale	Côte Sud
53,28	Ouest Alor	-				
53,14	Côte Nord	ns	-			
45,03	Monte Moena	ns	ns	-		
43,01	Région centrale	*	ns	ns	-	
42,68	Côte Sud	ns	ns	ns	ns	-

● *Classement des surfaces terrière individuelle moyennes :*

Ce classement est identique à celui des surfaces terrières à l'hectare, on le remarque au travers du tableau 9 suivant :

Tableau 9 : Comparaison des surfaces terrières individuelles moyennes (gm94) à 19 ans des origines de l'île d'Alor par le test de Bonferroni au seuil de 5 %. Les origines impliquées sont les régions de : Ouest Alor, Région centrale, Monte Moena, Côte Sud et Côte Nord. Les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

gm94 (en cm ²)	Origine	Ouest Alor	Côte Nord	Monte Moena	Région centrale	Côte Sud
333,00	Ouest Alor	-				
332,13	Côte Nord	ns	-			
281,42	Monte Moena	ns	ns	-		
269,17	Région centrale	*	ns	ns	*	
266,72	Côte Sud	ns	ns	ns	ns	-

● *Classement des notes moyennes sur la rectitude :*

Tableau 10 : Comparaison des rectitudes moyennes (REC94) à 19 ans des origines de l'île d'Alor par le test de Bonferroni au seuil de 5 %. Les origines impliquées sont les régions de : Ouest Alor, Région centrale, Monte Moena, Côte Sud et Côte Nord. Les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

REC94 (note de 1 à 5)	Origine	Monte Moena	Ouest Alor	Région centrale	Côte Nord	Côte Sud
2,36	Monte Moena	-				
2,39	Ouest Alor	ns	-			
2,88	Région centrale	ns	ns	-		
2,91	Côte Nord	ns	ns	ns	-	
3,34	Côte Sud	*	*	*	ns	-

En fait, c'est l'origine "Côte sud" qui apparaît différente des autres sauf avec l'origine "Côte Nord".

● *Classement des mortalités moyennes des origines :*

Tableau 11 : Comparaison des mortalités moyennes (MORT94) à 19 ans des origines de l'île d'Alor par le test de Bonferroni au seuil de 5 %. Les origines impliquées sont les régions de : Ouest Alor, Région centrale, Monte Moena, Côte Sud et Côte Nord. Les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

MORT94 (en %)	Origine	Monte Moena	Région centrale	Côte Sud	Ouest Alor	Côte Nord
23,00	Monte Moena	-				
30,15	Région centrale	ns	-			
30,38	Côte Sud	ns	ns	-		
33,54	Ouest Alor	ns	ns	ns	-	
64,50	Côte Nord	*	*	*	*	-

Il est également remarqué dans ce cas que c'est une seule origine, en l'occurrence "Côte Nord", qui est différente du reste des origines de son île. Cette origine a perdu plus de la moitié de sa population, par manque d'informations antérieures, nous ignorons si cette mortalité est très ancienne ou récente.

⇒ **Effet origine dans Pantar :**

L'île de Pantar possède deux origines (Côte Est et Volcan Stroeng). Comme l'indique le tableau 6 de l'analyse réalisée (modèle 2), il n'apparaît aucune différence significative entre les deux origines sur la totalité des critères considérés.

⇒ **Conclusion :**

L'analyse de variance (modèle 1) nous a d'abord montré que l'effet origine dans l'île est bien marqué pour tous les caractères considérés notamment pour l'adaptation et la rectitude. Au-delà de cette perception générale du phénomène, l'analyse du modèle 2 apporte la même réponse avec néanmoins la précision suivante : l'effet origine dans l'île n'est réel que pour l'île d'Alor. Cet effet est inexistant dans l'île de Pantar, et à Wétar il n'a pas été possible de l'étudier par défaut du nombre de degrés de liberté suffisants.

4.4 - Analyses des différences entre provenances au sein de chaque origine

Nous avons abordé l'étude de l'effet provenance à travers deux analyses (modèles 1 et 3). Dans le premier cas (modèle 1), sur l'ensemble du matériel, il y'a un effet provenance marqué dans l'île et origine sauf uniquement sur la mortalité. L'analyse du second modèle (modèle 3) vérifie l'effet provenance au sein de chaque origine, les principaux résultats sont signalés dans le tableau 12 ci-dessous :

Tableau 12 : Analyse de l'effet provenance pour chaque origine et par île (modèles 3). Probabilités associées au test de Fisher pour les variables : C94, G94, gm94, REC94 et MORT94.

Ile : Alor					
Source de variation	C94	G94	gm94	REC94	Mort94
effet provenance dans l'origine Côte Sud	0,1858	0,1249	0,1249	0,4976	0,3395
effet provenance dans l'origine Ouest Alor	0,6740	0,7203	0,7203	0,9821	0,0394
effet provenance dans l'origine Région centrale	0,3408	0,3419	0,3302	0,0052	0,7930
Ile : Pantar					
effet provenance dans l'origine Côte Est	0,2024	0,2978	0,2978	0,1596	0,6927
Ile : Wétar					
effet provenance dans l'origine Côte Sud	0,0416	0,0512	0,0512	0,0005	0,9658

N.B. : les origines non incluses dans ce tableau n'ont pas été considérées dans l'analyse ; elles comportent une seule provenance.

Nous indiquons ci-dessous le classement des variables, pour chaque origine de l'île, des provenances pour lesquelles les différences sont significatives :

⇒ **Origine "Région centrale" (île d'Alor)** : cette origine a quatre provenances.

● *Classement des notes de rectitude moyennes des provenances :*

Tableau 13 : Comparaison des rectitudes moyennes (REC94) à 19 ans des provenances dans l'origine Région centrale de l'île d'Alor par le test de Bonferroni au seuil de 5 %. Les provenances impliquées sont : 94, 97, 98 et 99. Les indications suivantes sont portées : (*) pour une différence significative, et (ns) si la différence n'est pas significative.

REC94 (note de 1 à 5)	Provenance	98	94	99	97
3,56	98	-			
2,93	94	ns	-		
2,80	99	ns	ns	-	
2,18	97	*	ns	ns	-

On observe pour cette île que sur les trois origines analysées, l'effet provenance n'est indiqué que dans une seule origine et pour une seule variable (la rectitude).

⇒ **Origine "Côte Sud" (île de Wétar)** : il y'a deux provenances dans cette origine. Et les différences n'apparaissent significatives que pour C94 et REC94.

● pour *la circonférence moyennes à 130 cm du sol*, les deux provenances ont les performances suivantes 106 (60,14 cm) et 104 (47,85 cm) ;

● pour *les notes moyennes de rectitude*, les deux provenances étant également significativement différentes, les moyennes obtenues pour ce critère sont : 104 (note 4,1) et 106 (note 2,43).

➡ Conclusion :

Il est signalé un effet provenance très faiblement prononcé aux seins des origines. En fait, il n'y a que dans deux origines sur cinq étudiées que cet effet a été signalé. En plus l'effet provenance n'est essentiellement indiqué que pour la rectitude.

4.6 - Etude des relations entre performances à Pointe-Noire et altitude de récolte

Lors des travaux antérieurs menés sur *Eucalyptus urophylla*, il a été observé un effet de l'altitude de récolte des graines de l'aire naturelle de répartition sur les performances obtenus dans leurs sites d'introduction au Congo (Brezard 1982, Sinoir 1984, Gouma, 1996a et b). Bien que cet effet n'ait pas été noté à Loandjili pour ces mêmes lots de graines (Gouma, 1997), nous voulons savoir ce qu'il en est à Loudima.

La régression linéaire est utilisée pour vérifier cette hypothèse. La procédure d'analyse utilisée est PROC REG de SAS (SAS, 1988), et les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Analyse de régression entre l'altitude de récolte et les performances à Loandjili. Analyse effectuée aux niveaux provenances et origines pour les variables (C94, G94, gm94, MORT94 et REC94). Les indications sont portées sur le modèle (équation de la régression), la probabilité (prob > F) associée au F de Fisher de l'analyse de variance, la probabilité (prob > |T|) associée à T de Student pour le coefficient et l'ordonnée à l'origine, et R² le coefficient de détermination du modèle.

caractère	modèle	porb>F du modèle	prob > T		R ²
			coefficient	ordonnée-origine	
Analyses sur la relation altitude/origine					
C94	-3,24C94 + 814,27	0,8988	0,5878	0,8988	0,0036
G94	-3,21G94 + 781,64	0,8489	0,3606	0,8489	0,0080
gm94	-0,5gm94 + 778,79	0,8520	0,3631	0,8520	0,0077
MORT94	342,3 MORT94 + 504	0,5221	0,0447	0,5221	0,0865
REC94	-1,98REC94 + 631,79	0,9925	0,3052	0,9925	0
Analyses sur la relation altitude/provenance					
C94	0,64C94 + 549,20	0,9639	0,5034	0,29639	0,0002
G94	-0,59G94 + 613,51	0,9476	0,1622	0,9476	0,0003
gm94	-0,1gm94 + 614,11	0,9466	0,1624	0,9466	0,0003
MORT94	259,33MORT94 + 500,69	0,6394	0,0176	0,6394	0,0161
REC94	-46,37REC94 + 718,43	0,6440	0,0248	0,6440	0,0157

Ces résultats sont identiques à ceux qui ont été observés à Loandjili (essais 75.3 à 7). Ainsi pour ce type de matériel, il se trouve que l'altitude de récolte des graines dans l'aire naturelle de répartition de l'espèce n'a aucun effet sur les performances dans leurs sites d'implantation au Congo. Toutefois, ce constat est ponctuel car nous manquons d'informations antérieures à ce sujet.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le présent rapport a poursuivi les objectifs principaux de la synthèse de l'*Eucalyptus urophylla* tels qu'exprimés par la FAO. Le point sur la croissance, la production du peuplement et l'état sanitaire est donc établi malgré l'absence réelle de dispositif expérimental. Les principales conclusions sont les suivantes :

- l'essai 19V offre l'aspect d'un peuplement forestier apparemment homogène avec des arbres plus droit qu'à Loandjili pour les mêmes matériel et âge de plantation. On ne signale aucune perturbation de type anthropique phytopathologique, hormis la fréquence régulière des feux de brousse en saison sèche.

- Jusqu'à ce jour l'essai n'a pas été éclairci et, le dépérissement apparaît plus important ici que dans l'essai 1T également non éclairci et âgé de 21 ans.

- d'une manière générale, les résultats sur la croissance et la production obtenue dans 19V sont assez comparables à ceux des essais 75.3 à 7 (de Loandjili). L'avantage sur la fertilité du sol de Loudima semble ne pas s'exprimer dans ce cas ; l'analyse des courbes de croissance nous aurait permis de suivre ce phénomène.

- une autre ressemblance avec les essais 75.3 à 7 réside dans le fait que, contrairement aux introductions de 1973, celles de 1975 des îles d'Alor, Pantar et Wétar ne semblent pas être marquées par l'effet de l'altitude de récolte des graines dans l'aire d'origine.

Pour l'ensemble des analyses effectuées, le niveau de variabilité observé avec les différents effets est indiqué dans le tableau 15.

Tableau 15 : Résumé sur la variabilité observée sur la croissance et la production, la rectitude et la mortalité avec pour source les effets : "île", "origine dans île", "provenance", "descendance" et "altitude de récolte du matériel végétal."

source de variation	croissance et production	rectitude	mortalité	% d'arbres penchés
effet entre îles	nul	+	nul	+++
effet entre origines de l'île	++	+++	+++	nul
effet entre provenances de l'île par origine	presque nul	+++	presque nul	+++
effet entre altitudes de récolte	nul	nul	nul	nul

Légende du tableau :

- variabilité forte : +++
- variabilité moyenne : ++
- variabilité faible : +.

BIBLIOGRAPHIE

BREZARD J.M., 1982 - Les Eucalyptus introduits au Congo. Note interne C.T.F.T./CONGO, Pointe-Noire (Congo).

COSSALTER C., 1975 - Mission graines Indonésie. Note C.T.F.T., 45bis Av. de la Belle Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne (France).

DAGNELIE P., 1984 - Théorie et méthodes statistiques, applications agronomiques (vol. 2), presses Agronomiques de Gembloux A.S.B. L., Gembloux, Belgique.

GOUMA R., 1996a. Synthèse des introductions de l'*Eucalyptus urophylla* dans le cadre des essais internationaux. Analyse de l'essai 73.1-8 de Loandjili. UR2PI, 17p.

GOUMA R., 1996b - Synthèse des introductions de l'*Eucalyptus urophylla* dans le cadre des essais internationaux(FAO/CTFT/CSIRO). Analyse de l'essai 1T de Loudima. UR2PI, 25p.

GOUMA R., 1997 - Synthèse des introductions de l'*Eucalyptus urophylla* dans le cadre des essais internationaux : Analyse des essais 75.3 à 7 de Loandjili. UR2PI, 18p.

MARTIN B., 1987 - Amélioration génétique des eucalyptus tropicaux. Contribution majeure à la foresterie clonale. Thèse, Université de Paris-Sud, centre d'Orsay.

SAS INSTITUTE INC., 1988. SAS / STAT user's guide, Release 6.03 Edition. Sas Institute Inc, Cary, NC, USA. 1028p.

SINOIR M., 1984 - Essais provenances d'*E. urophylla* (Blake) au Congo, synthèse. Note interne C.T.F.T./CONGO, B.P. 764 Pointe-Noire (Congo).

ANNEXE 1 : PERFORMANCES MOYENNES ENRERISTREES PAR ILE ET PAR ORIGINE A 19 ANS APRES PLANTATION (station de Loudima).

Tableau 16 : Moyennes des variables par île à 19 ans à Loudima. Les informations portent sur l'altitude (ALT), la circonférence moyenne à 130 cm du sol (C94), la surface terrière individuelle (GM94), la surface moyenne à l'ha (G94), la mortalité (MORT94), la rectitude moyenne (REC94) et le pourcentage d'arbres penchés (P94).

OBS	ILE	ALT.	C94	GM94	G94	MORT94	REC94	P94 (en %)
1	ALOR	642.50	57.4034	295.005	47.1832	0.33138	2.81301	0.25
2	PANTAR	575.00	56.9907	290.098	46.4157	0.28222	2.44272	0.00
3	WETAR	329.17	53.0563	248.097	39.6955	0.30179	3.19949	8.95

Tableau 17 : Moyennes des variables par origine à 19 ans à Loudima. Les informations portent sur l'altitude (ALT), la circonférence moyenne à 130 cm du sol (C94), la surface terrière individuelle (GM94), la surface moyenne à l'ha (G94), la mortalité (MORT94), la rectitude moyenne (REC94) et le pourcentage d'arbres penchés (P94).

ORIG	Alt.	C94	GM94	G94	MORT94	REC94	P94 (en %)
Côte Est	571.875	56.8844	287.791	46.0465	0.26500	2.40476	0.00
Côte Nord	800.000	61.8169	332.135	53.1417	0.64500	2.91549	0.00
Côte Sud	435.227	54.8821	266.723	42.6757	0.30377	3.34417	4.74
Mt Moena	750.000	55.7229	281.425	45.0280	0.23000	2.36797	0.00
Ouest Alor	421.429	61.1690	332.997	53.2795	0.33538	2.39583	0.93
Rég. Centrale	806.250	54.7181	269.173	43.0134	0.30135	2.88031	0.00
Volcan Stroeng	600.000	58.0690	313.491	50.1586	0.42000	2.82759	0.00

**ANNEXE 2 : PERFORMANCES MOYENNES ENRERISTREES PAR PROVENANCE
A 19 ANS APRES PLANTATION (station de Loudima).**

Tableau 18 : Moyennes des variables par provenance à 19 ans à Loudima. Les informations portent sur l'altitude (ALT), la circonférence moyenne à 130 cm du sol (C94), la surface terrière individuelle (GM94), la surface moyenne à l'ha (G94), la mortalité (MORT94), la rectitude moyenne (REC94) et le pourcentage d'arbres penchés (P94).

OBS	PROV	ALT.	C94	GM94	G94	MORT94	REC94	P94 (en %)
1	101	600	58.0690	313.491	50.1586	0.42000	2.82759	0.00
2	102	600	57.3861	291.983	46.7173	0.26000	2.31274	0.00
3	103	375	53.1714	256.768	41.0828	0.30000	3.08571	0.00
4	104	300	48.0743	198.300	31.7280	0.30000	4.06286	19.43
5	106	350	57.0926	288.441	46.1506	0.30323	2.50000	0.46
6	89	750	55.7229	281.425	45.0280	0.23000	2.36797	0.00
7	90	350	59.2258	317.353	50.7765	0.40952	2.54032	0.00
8	91	550	61.0667	329.676	52.7482	0.37500	2.28000	2.00
9	92	350	62.7911	348.427	55.7484	0.21000	2.39241	0.63
10	93	800	61.8169	332.135	53.1417	0.64500	2.91549	0.00
11	94	900	52.8500	245.044	39.2070	0.30000	2.93571	0.00
12	95	475	58.8896	310.688	49.7101	0.34800	3.56442	0.00
13	96	650	55.2120	267.357	42.7771	0.26400	3.45652	0.00
14	97	950	58.7407	303.677	48.5883	0.32500	2.14074	0.00
15	98	825	54.7434	272.783	43.6452	0.24000	3.55921	0.00
16	99	550	51.5824	249.080	39.5435	0.35714	2.75824	0.00